

03.12.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

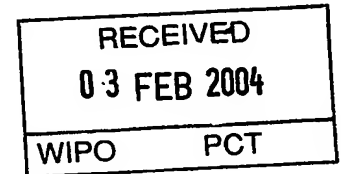
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 4月18日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-114472
[ST. 10/C]: [JP2003-114472]

出 願 人
Applicant(s): シチズン時計株式会社

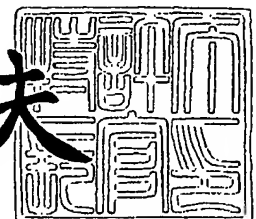


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1025278

【提出日】 平成15年 4月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135

【発明の名称】 液晶光学素子及び光学装置

【請求項の数】 15

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計
株式会社内

【氏名】 橋本 信幸

【特許出願人】

【識別番号】 000001960

【氏名又は名称】 シチズン時計株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100114018

【弁理士】

【氏名又は名称】 南山 知広

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0214955

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶光学素子及び光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームの球面収差を補正するための液晶光学素子であって

、

第 1 の透明基板と、

第 2 の透明基板と、

前記第 1 及び第 2 の透明基板の間に封入された液晶と、

前記第 1 又は第 2 の透明基板の少なくとも一方の面に形成された球面収差補正用の電極パターンであって、前記光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域を有し、

前記複数の領域が、前記光ビームの有効径の第 1 内側領域にのみ配置されていることを特徴とする液晶光学素子。

【請求項 2】 前記第 1 内側領域は、前記光ビームの有効径から $50\ \mu\text{m}$ ～ $300\ \mu\text{m}$ 内側に設定されている請求項 1 に記載の液晶光学素子。

【請求項 3】 さらに、前記第 1 又は第 2 の透明基板の他の面上に形成されたコマ収差補正用の電極パターンを有する請求項 1 又は 2 に記載の液晶光学素子。

【請求項 4】 前記コマ収差補正用の電極パターンは、前記光ビームの位相を進ませるための第 1 の領域及び前記光ビームの位相を遅らせるための第 2 の領域を有し、前記第 1 及び第 2 の領域が前記光ビームの有効径の第 2 内側領域にのみ配置されている請求項 3 に記載の液晶光学素子。

【請求項 5】 前記第 2 内側領域は、前記光ビームの有効径から $50\ \mu\text{m}$ ～ $300\ \mu\text{m}$ 内側に設定されている請求項 4 に記載の液晶光学素子。

【請求項 6】 前記第 1 内側領域と前記第 2 内側領域は同じ大きさである請求項 4 又は 5 に記載の液晶光学素子。

【請求項 7】 記録媒体へ光ビームを集光するための光学装置であって、
光源と、
前記光源からの光ビームを前記記録媒体へ集光するための対物レンズと、

前記対物レンズと別体に構成され、前記光ビームの球面収差を補正するための液晶光学素子とを有し、

前記液晶光学素子は、

第1の透明基板と、

第2の透明基板と、

前記第1及び第2の透明基板の間に封入された液晶と、

前記第1又は第2の透明基板の一方の面上に形成された球面収差補正用の電極パターンであって、前記光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域を有し、

前記複数の領域が、前記光ビームの有効径の第1内側領域にのみ配置されていることを特徴とする光学装置。

【請求項8】 前記第1内側領域は、前記光ビームの有効径から $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ 内側に設定されている請求項7に記載の光学装置。

【請求項9】 さらに、前記第1又は第2の透明基板の他の面上に形成されたコマ収差補正用の電極パターンを有する請求項7又は8に記載の光学装置。

【請求項10】 前記コマ収差補正用の電極パターンは、前記光ビームの位相を進ませるための第1の領域及び前記光ビームの位相を遅らせるための第2の領域を有し、前記第1及び第2の領域が前記光ビームの有効径の第2内側領域にのみ配置されている請求項9に記載の光学装置。

【請求項11】 前記第2内側領域は、前記光ビームの有効径から $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ 内側に設定されている請求項10に記載の光学装置。

【請求項12】 前記第1内側領域と前記第2内側領域は同じ大きさである請求項10又は11に記載の光学装置。

【請求項13】 さらに、前記対物レンズの軸ずれを補正するために、前記対物レンズを移動させるトラッキング手段を有する請求項7に記載の光学装置。

【請求項14】 さらに、発生する球面収差に応じて、前記球面収差補正用の電極パターンに電圧を印加する電圧印加手段を有する請求項7～13の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項15】 前記記録媒体は複数のトラック面を有し、さらに、前記複

数のトラック面に応じて前記球面収差補正用の電極パターンを動作させる電圧印加手段を有する請求項 7 ～ 1 3 の何れか一項に記載の光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、位相変調用の液晶光学素子及びこれを用いた光学装置に関するものであり、特にレーザ光等の干渉性の高い光ビーム（高干渉性光）の球面収差を補正するための液晶光学素子及びこれを用いた光学装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

DVD、次世代高密度DVD等の記録媒体の読取り又は書込みを行う光ピックアップ装置では、図 1 1 (a) に示すように、光源 1 からの光ビームをコリメータレンズ 2 によってほぼ平行光に変換し、対物レンズ 3 によって記録媒体 4 へ集光させ、記録媒体 4 からの反射光ビームを受光して光強度信号を発生させている。このような光ピックアップ装置で記録媒体 4 の読取り又は書込みを行う際には、対物レンズ 3 によって光ビームを正確に記録媒体 4 のトラック上に集光させる必要がある。

【0 0 0 3】

しかしながら、記録媒体 4 中のトラック面上の光透過保護層の厚みムラ（図 1 1 (a) の B）等によって、対物レンズ 3 からトラック面までの距離が一定にならない、又は常に同じように光スポットを集光することができない場合がある。また、記録媒体 4 の記録容量を上げるために、複数のトラック面を記録媒体 4 中に設けた場合には、対物レンズ 3 と各トラック面との位置関係を調整する必要がある。

【0 0 0 4】

このように、対物レンズ 3 とトラック面との間の距離にムラが生じると、記録媒体 4 の基板内には、球面収差が生じ、記録媒体 4 からの反射光ビームに基づいて発生される光強度信号を劣化させる原因となる。対物レンズ 3 の入射瞳位置で換算した球面収差の一例 2 1 を図 1 1 (b) に示す。また、複数のトラック面を

記録媒体中に設けた場合には、対物レンズ 3 の焦点位置にある第 1 トラック面以外の第 2 トラック面の読取り又は書込みの際に球面収差が生じ、同様に、記録媒体 4 からの反射光ビームに基づいて発生される光強度信号を劣化させる原因となる。

【 0 0 0 5 】

そこで、図 1 2 に示すように、コリメータレンズ 2 と対物レンズ 3 との間に液晶光学素子 7 を配置し、記録媒体 4 の基板中に生じる球面収差を補正させる試みがある（例えば、特許文献 1 参照。）。このような液晶光学素子 7 は、液晶に生じる電位差に応じて液晶の配向性が変化することを利用し、液晶を通過する光ビームの位相を変化させ、それによって球面収差を相殺するように働く。

【 0 0 0 6 】

このような球面収差補正用の液晶光学素子 7 に印加される電圧に応じて、液晶に位相分布を生じさせるための透明電極パターン 3 0 の一例を図 1 3 (a) に示す。図 1 3 (a) では、有効径 1 0 の範囲内に 9 つの同心円状の電極パターン 3 1 ~ 3 9 が設けられている。各領域には、図 1 3 (b) に示すような電圧 2 4 が印加されている。図 1 3 (a) に示すような電極パターンに図 1 3 (b) に示すような電圧が印加されると、対向する透明電極との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を電位差に応じて進ませるような作用を受けることとなり、記録媒体 4 の基板中に生じる球面収差 2 1 が、図 1 3 (c) に示す球面収差 2 5 のように補正される。なお、透明電極パターン 3 0 へは、配線 6 (図 1 2 参照) を通じて電圧が印加される。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、前述した記録媒体 4 の基板中に球面収差が発生する問題の他に、記録媒体 4 のトラックと対物レンズ 3 の光軸とがずれる（軸ずれ）問題も発生する。そこで、図 1 2 に示すように、対物レンズ 3 の光軸を記録媒体 4 のトラックに追従させるために、トラッキング用のアクチュエータ 5 が対物レンズ 3 に取り付けられている。また、アクチュエータ 5 は、電力を供給するための配線 8 を有している。アクチュエータ 5 が、図中の矢印 A の方向に対物レンズ 3 を移動させ

ることによって、対物レンズ3によって集光される光ビームが正確に記録媒体4のトラックに追従する。

【0008】

しかしながら、アクチュエータ5が、対物レンズ3を移動させてしまうと、液晶光学素子7と対物レンズ3との位置関係が変化してしまう。また、液晶光学素子7に形成されている透明電極パターン30（図13（a）参照）は、光ピックアップ装置の有効径10と一致するように設計されている。即ち、液晶光学素子7は、対物レンズ3及び液晶光学素子7が、光軸に対して正確に一致した状態でのみ、記録媒体4の基板内に生じる球面収差を理想的に補正できるように設計されている。したがって、液晶光学素子7と対物レンズ3との位置関係が変化した状態では、液晶光学素子7は十分に球面収差を補正することができない。

【0009】

そこで、図14に示すように、対物レンズ3と位相変調用の液晶光学素子7とを一体的に取付け、同一のアクチュエータ5によって、一体的に移動させる試みがある（例えば、特許文献2参照。）。

【0010】

【特許文献1】

特開平10-269611号公報（第3-5頁、第1-3図、第5図）

【特許文献2】

特開2000-215505号公報（第2-3頁、第1図）

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

このように、対物レンズ3と位相変調用の液晶光学素子7とを一体的に取付け、同一のアクチュエータ5によって、一体的に移動させようとする以下のような不具合が生じる。

【0012】

第1に、位相変調用の液晶光学素子7を一体的に取付けることによって、アクチュエータ5にかかる重量が増してしまう。また、アクチュエータ5は、数ms

という極めて早い速度で、対物レンズ3を移動する必要があるが、液晶光学素子7の重量分が加算されることによって、対物レンズ3を記録媒体4のトラックに追従させる機能が低下してしまう。第2に、液晶光学素子7には、液晶光学素子7を駆動させるための配線6が必要であるが、この配線6によってバネ乗数が変化し、一体化された対物レンズ3と液晶光学素子7を動作するための制御が複雑になってしまう。特に、配線6が引っかかり、対物レンズ3のトラッキングを妨害する場合も考えられる。

【0013】

そこで、本発明は、対物レンズと別体に設けることができる位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

【0014】

また、本発明は、トラッキングによる対物レンズの移動に拘わらず、良好に球面収差の補正を行うことができる液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

【0015】

さらに、トラッキング性能を損なうことなく、安価に製造することができる位相変調用の液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係る液晶光学素子は、第1の透明基板と、第2の透明基板と、第1及び第2の透明基板の間に封入された液晶と、第1又は第2の透明基板の少なくとも一方の面に形成された球面収差補正用の電極パターンであって光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域を有し、複数の領域が光ビームの有効径の第1内側領域にのみ配置されていることを特徴とする。有効径の内側領域にのみに位相変調用の透明電極パターンを設けることによって、トラッキングによる対物レンズの移動に拘わらず、透明電極パターン内に光ビームを捕らえることができるように構成したものである。

【0017】

また、上記の目的を達成するために、本発明に係る光学装置は、光源と、光源からの光ビームを記録媒体へ集光するための対物レンズと、対物レンズと別体に構成され光ビームの球面収差を補正するための液晶光学素子とを有し、液晶光学素子は、第1の透明基板と、第2の透明基板と、第1及び第2の透明基板の間に封入された液晶と、第1又は第2の透明基板の一方の面上に形成された球面収差補正用の電極パターンであって光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域を有し、複数の領域が光ビームの有効径の第1内側領域にのみ配置されていることを特徴とする。有効径の内側領域にのみに位相変調用の透明電極パターンを設けることによって、トラッキングによる対物レンズの移動に拘わらず、透明電極パターン内に光ビームを捕らえることができるように構成したものである。

【0018】

さらに、本発明に係る液晶光学素子及び光学装置では、第1内側領域は、光ビームの有効径から $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ 内側に設定されていることが好ましい。

【0019】

さらに、本発明に係る液晶光学素子及び光学装置では、第1又は第2の透明基板の他の面上に形成されたコマ収差補正用の電極パターンを有することが好ましい。

【0020】

さらに、本発明に係る液晶光学素子及び光学装置では、コマ収差補正用の電極パターンは、光ビームの位相を進ませるための第1の領域及び光ビームの位相を遅らせるための第2の領域を有し、第1及び第2の領域が光ビームの有効径の第2内側領域にのみ配置されていることが好ましい。

【0021】

さらに、本発明に係る液晶光学素子及び光学装置では、第2内側領域は、光ビームの有効径から $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ 内側に設定されていることが好ましい。

【0022】

さらに、本発明に係る液晶光学素子及び光学装置では、第1内側領域と第2内側領域は同じ大きさであることが好ましい。

【0023】

さらに、本発明に係る光学装置では、対物レンズの軸ずれを補正するために、対物レンズを移動させるトラッキング手段を有することが好ましい。

【0024】

さらに、本発明に係る光学装置では、発生する球面収差に応じて、球面収差補正用の透明電極パターンに電圧を印加する電圧印加手段を有することが好ましい。

【0025】

さらに、本発明に係る光学装置では、記録媒体は複数のトラック面を有し、複数のトラック面に応じて球面収差補正用の電極パターンを動作させる電圧印加手段を有することが好ましい。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下本発明に係る液晶光学素子及び光学装置について図面を用いて説明する。
図1に、液晶光学素子70を用いた光学装置100を示す。

【0027】

図1において、光源1から出射された光ビーム(405nm)は、コリメータレンズ2によって、有効径10を有するほぼ平行光に変換され、偏光ビームスプリッタ60を通過した後、液晶光学素子70に入射する。液晶光学素子70を通過した光ビームは、1/4波長板64を通過して、対物レンズ3(開口率NA=0.85)により記録媒体4に集光される。

【0028】

「有効径」とは、光ビームに位置ずれや径の変化のないとした場合の、対物レンズ3で有効に利用される幾何光学設計上の液晶光学素子上での主光ビーム径を言う。本実施形態では、有効径10(ϕ)は3mmに設定されている。

【0029】

記録媒体4から反射された光ビームは、再び対物レンズ3、1/4波長板64

及び液晶光学素子 7 0 を経て、偏光ビームスプリッタ 6 0 により光路を変更されて、集光レンズ 6 1 を介して受光器 6 2 に集光される。光ビームは、記録媒体 4 により反射される際に、記録媒体 4 のトラック面上に記録されている情報（ピット）によって振幅変調され、受光器 6 2 により光強度信号として出力される。この光強度信号（光強度信号）から記録情報が読み出される。

【0 0 3 0】

また、記録媒体 4 に書き込みを行う場合には、書き込みを行うためのデータ信号に応じて光源 1 から出射された光ビームの強度を変調して、変調された光ビームによって記録媒体を照射する。記録媒体では、光ビームの強度に応じて、ディスクに挟まれた薄膜の屈折率や色が変化し、又はピットの起状が生じることで、データが書き込まれる。なお、光ビームの強度変調は、光源 1 に用いるレーザーダイオードに流す電流を変調することによって行うことができる。

【0 0 3 1】

対物レンズ 3 には、トラッキング用のアクチュエータ 5 が取付けられており、図中の矢印 A の方向に対物レンズ 3 を移動することによって、対物レンズ 3 によって集光される光ビームが、記録媒体 4 のトラックに正確に追従するように構成されている。アクチュエータ 5 には、駆動のための配線 8 が取付けられており、液晶光学素子 7 0 には後述する透明電極パターンを駆動するための配線 6 が取付けられている。

【0 0 3 2】

液晶光学素子 7 0 は、後述する図 3 (a) 又は図 4 (a) に示されるような球面収差補正用の透明電極パターン 3 0 及び図 7 (a) 又は図 8 (a) に示されるようなコマ収差補正用の透明電極パターン 4 0 を有している。

【0 0 3 3】

記録媒体 4 は、次世代の高密度 DVD であり、直径 12 cm、厚さ 1.2 mm の円盤形状を有している。また、情報が記録されるトラック面の上には、約 0.1 mm のポリカーボネイト等から構成される光透過保護層が設けられている。また、トラックピッチは、従来の DVD の約 2 倍 ($0.32 \mu\text{m}$) であり、405 nm の青色レーザ及び開口率 (NA) = 0.85 の対物レンズを用いて光スポット

ト面積を従来のDVDの約1/5として、片面で最大約27GBの容量を実現するものである。

【0034】

このような記録媒体4では、従来のDVDに比べて更にトラック面を保護する光透過保護層の厚さムラに起因する球面収差によって、受光器62から出力される光強度信号が劣化してしまう。そこで、液晶光学素子制御回路63は、受光器62からの光強度信号に基づいて球面収差を検出し、検出した球面収差を相殺するように、配線6を通じて、球面収差補正用の電極パターン30に電圧を印加する。なお、受光器62からの光強度信号(RF信号)の振幅を最大にするように、球面収差補正用の電極パターンに電圧を印加することによって、記録媒体4の基板内に発生する球面収差を相殺することが可能である。

【0035】

また、このような記録媒体4では、対物レンズ3の光軸に対して記録媒体4のトラック面が傾く面倒れによって、記録媒体4の基板内でコマ収差が発生し、受光器62から出力される光強度信号が劣化する恐れがある。そこで、液晶光学素子制御回路63は、受光器62からの光強度信号に基づいてコマ収差を検出し、検出したコマ収差を相殺するように、配線6を通じて、コマ収差補正用の電極パターン40に電圧を印加する。

【0036】

図2に、図1に示された液晶光学素子70の断面図を示す。図2の矢印の示す方向は、図1において光源1から出た光ビームが偏光ビームスプリッタ60を通過した後、液晶光学素子70に入射する方向を示している。図2において、光源側の透明基板71には、球面収差補正用の透明電極パターン30及び配向膜72が形成されている。また、記録媒体4側の透明基板75には、コマ収差補正用の透明電極パターン40及び配向膜74が形成されている。液晶76は、2枚の透明基板71及び75と、シール部材73との間に封入されている。図2に示される各要素は、説明の便宜上、誇張して図示されており、実際の厚さの比と異なる場合がある。

【0037】

図3 (a) に、図1 及び2 に示された液晶光学素子70における球面収差補正用の透明電極パターン30の一例を示す。図3 (a) に示されるように、液晶光学素子70に入射される光ビームの有効径10から50 μm 内側に入った内側領域18に、位相を進ませるための6つの領域32～37が同心円状に配置されている。なお、領域31には、基準電位が印加されており、入射ビームの位相を進ませる機能を有してはいない。

【0038】

ここで、内側領域とは、有効径10から何 μm 内側に入った領域にのみ収差補正用の電極パターンを設けたかを表している。

【0039】

領域32～37に、基準電位に対して正(+)の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン40との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。領域31には、基準電位（例えばこの場合は0Vと考える）が印加される。球面収差補正用の電極パターン30へは、前述した液晶光学素子制御回路63から配線6（図1参照）によって電圧が印加されている。

【0040】

図3 (b) に、X軸上において各領域に印加される電圧波形20を示す。このような電圧が内側領域18の各領域31～37に印加されることによって、記録媒体4の光透過保護層の厚みムラ等に起因する球面収差21を打ち消すように、液晶光学素子70が働く。

【0041】

図3 (c) に、補正後の球面収差22を示す。図3 (b) の球面収差21が図3 (c) の補正後の球面収差22となり、液晶光学素子70を用いることで、記録媒体4の基板内に発生する球面収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

【0042】

図4 (a) に、図1 及び2 に示された液晶光学素子70における球面収差補正用の透明電極パターン30の他の例を示す。図4 (a) では、液晶光学素子70

に入射される光ビームの有効径 1 0 から内側 3 0 0 μ m の内側領域 1 8 に、位相を進ませるための 4 つの領域 3 2 ~ 3 5 を有している。なお、領域 3 1 は、基準電位（例えばこの場合は 0 v と考える）を印加するための領域である。

【 0 0 4 3 】

領域 3 2 ~ 3 5 に、基準電位に対して正（+）の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン 4 0 との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。透明電極パターン 3 0 へは、前述した液晶光学素子制御回路 6 3 から配線 6（図 1 参照）によって電圧が印加されている。

【 0 0 4 4 】

図 4（b）に、X 軸上において各領域に印加される電圧 2 3 を示す。このような電圧が透明電極パターン 3 0 の各領域 3 2 ~ 3 5 に印加されることによって、記録媒体 4 の基板中に発生する球面収差 2 1 を打ち消すように、液晶光学素子 7 0 が働く。

【 0 0 4 5 】

図 4（c）に、補正後の球面収差 2 4 を示す。図 4（b）の球面収差 2 1 が図 4（c）の補正後の球面収差 2 4 となり、記録媒体 4 の基板内に発生する球面収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

【 0 0 4 6 】

図 3（a）及び図 4（a）の説明では、球面収差補正用の透明電極パターン 3 0 の各領域に、基準電位に対して正（+）の電圧を印加して、この部分を通過する光ビームをその位相を進めるように制御した。しかしながら、記録媒体 4 の基板中に発生する球面収差が図 3（b）及び図 4（b）とは逆向きに発生する場合には、電極パターン 3 0 の各領域に、図 3（b）及び図 4（b）とは逆の負（-）の電圧を印加するように制御することもできる。その場合、電極パターン 3 0 の各領域を通過する光ビームは、その位相を遅らされるような作用を受ける。

【 0 0 4 7 】

ここで、有効径 1 0 と内側領域 1 8 の透明電極パターン 3 0 の各領域 3 1 ~ 3 7 の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後の

球面収差（残存球面収差）は、レイリーの 4 分の 1 波長の法則（Rayleigh's quarter wavelength rule）より、光ビームの波長の $1/4$ 以下であることが好ましい。この条件を満たすことにより、レイリーの議論に従えば、基板内に発生する球面収差による光の損失は普通許容されることと考えられるからである。

【0048】

また、有効径 10 と内側領域 18 の透明電極パターン 30 の各領域 31～37 の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後の球面収差（残存球面収差）は、マーシャル（Marechal）の評価に従い、光ビームの波長の $1/14$ 以下であることが好ましい。マーシャルは、波面と回折焦点に中心を持つ参照球面とのずれの標準偏差が $\lambda/14$ 以下になることが、特定の系において収差が十分に小さいことと等価であることとした。この条件を満たすことにより、マーシャルの議論に従えば、基板内に発生する球面収差は十分に小さいと考えられるからである。

【0049】

さらに、有効径 10 と内側領域 18 の透明電極パターン 30 の各領域 31～37 の中心が合致している場合（軸ずれが発生していない場合）における補正後の球面収差（残存球面収差）は、記録媒体が通常の DVD である場合には、 $33\text{ m}\lambda$ 以下であることが好ましい。DVD 評価器における評価基準（ $33\text{ m}\lambda$ ）をクリアすることが必要と考えられるからである。

【0050】

ここで、図 12（a）に示すような有効径 10 の内側全体に渡って位相を進ませる複数の領域が形成されている場合と、図 3（a）又は図 4（a）に示すように有効径 10 の内側領域 18 のみに位相を進ませる複数の領域が形成されている場合の差異について説明する。

【0051】

図 12（a）の場合の収差補正は、図 5（a）に示すように、有効径 10 の範囲内の全ての領域で光ビームを捉えて補正を行おうとしていることに匹敵する。しかしながら、対物レンズ 3 がアクチュエータ 5 によって移動されると、光ビームが有効径 10 の範囲内からずれてしまい（図 5（b）参照）、効果的に収差補正

をすることができない。

【 0 0 5 2 】

これに対して、例えば図 3 (a) の場合の収差補正は、図 6 (a) に示すように、有効径 1 0 から 5 0 μm の内側領域の範囲内でのみで光ビームを捉えようとしていることに匹敵する。この場合に、対物レンズ 3 がアクチュエータ 5 によって移動されると、光ビームは、有効径 1 0 から 5 0 μm の内側領域の範囲内からはずれるが、依然有効径 1 0 の範囲内に留まる (図 6 (b) 参照)。したがって、光軸の中心に光ビームを捉えている場合 (図 6 (a) 参照) に比べると若干程度は落ちるが、十分に収差補正が行われることとなる。

【 0 0 5 3 】

即ち、従来の有効径 1 0 の範囲内全てに位相を進ませる複数の領域を設けずに、有効径 1 0 の内側領域 1 8 のみに位相を進ませる複数の領域を設けたので、対物レンズ 3 がトラッキングのためにアクチュエータ 5 によって移動されても、有効に収差補正を行えるようになったものである。

【 0 0 5 4 】

以下の表に、収差補正用の電極パターンを設ける内側領域及び対物レンズのトラッキングによる移動量 (= 軸ずれ量) と、反射光ビームに基づいて発生される光強度信号の劣化 (主に信号のジッタ) との関係を示す。また、光強度信号の劣化は、A ~ D の 4 段階で示しており、A は最良の状態、B は良の状態、C は光強度信号として使用可能な状態、D は光強度信号として使用することができない状態を表している。なお、以下の表を作成するに際しては、有効径から 0 μm 、5 0 μm 、1 0 0 μm 、1 5 0 μm 、2 0 0 μm 、2 5 0 μm 、3 0 0 μm 及び 3 5 0 μm の内側領域のみに位相を進ませる複数の領域を作成した液晶光学素子を作成し、液晶光学素子と対物レンズとの光軸を 0 μm 、5 0 μm 、1 0 0 μm 、1 5 0 μm 、2 0 0 μm ずらして光強度信号のジッタ量を測定した。光学装置は、図 1 と同じ構成とした。

【 0 0 5 5 】

【表 1】

		軸ずれ量 (μm)				
		0	50	100	150	200
内側領域 (μm)	0	A	C	D	D	D
	50	A	B	C	D	D
	100	B	B	B	C	D
	150	B	B	B	B	C
	200	B	B	B	B	B
	250	B	B	B	B	B
	300	B	B	B	C	C
	350	C	D	D	D	D

【0056】

表から理解されるように、 $0\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の軸ずれ量が発生しても、有効径から $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域が設けられている液晶光学素子では、良好な球面収差補正を行うことが可能となる場合があり、その結果光強度信号のジッタ量が抑制されて、使用可能な状態となっている。なお、有効径から $50\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域を設けた例は、図3(a)に相当し、有効径から $300\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域を設けた例は、図4(a)に相当する。

【0057】

これに対して、有効径から $0\mu\text{m}$ の内側領域にのみ（即ち、有効径10全体に）位相を進ませる複数の領域を設けた液晶光学素子（即ち、図12(a)に示される従来の液晶光学素子）では、軸ずれ量が $100\mu\text{m}$ 以上発生すると、適正な収差補正を行うことができず、その結果光強度信号のジッタ量が増加して、使用不可能な状態となる。

【0058】

また、有効径から $350\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域を設

けた場合も、軸ずれ量が $50\mu\text{m}$ 以上発生すると、適正な球面収差補正を行うことができず、その結果光強度信号のジッタ量が増加して、使用不可能な状態となっている。これは、位相を進ませる複数の領域が小さくなりすぎて、逆に適切な収差補正が行えなくなっているものと考えられる。

【0059】

このように、有効径から $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域を設けた液晶光学素子を用いることによって、対物レンズのトラッキングのための移動による軸ずれが発生しても、良好に球面収差補正を行うことが可能となる。

【0060】

なお、光学装置の仕様に応じて位相を進ませる複数の領域を設ける内側領域を設定することもできる。例えば、トラッキングによる軸ずれが $100\mu\text{m}$ と予めわかっている場合には、有効径から $50\sim 100\mu\text{m}$ の内側領域を設定すれば良い。またトラッキングによる軸ズレが大きい場合には、その仕様に合わせて内側領域を設定すれば良い。

【0061】

図7(a)に、図1及び2に示された液晶光学素子70におけるコマ収差補正用の透明電極パターン40の一例を示す。図7(a)では、図3(a)に示す球面収差補正用の透明電極パターン30に応じて、液晶光学素子70に入射される光ビームの有効径10から $50\mu\text{m}$ の内側に入った内側領域18に、位相を進ませるための2つの領域42及び43、及び位相を遅らせるための2つの領域44及び45が配置されている。また、図中41は、基準電位を印加するための領域である。

【0062】

領域42及び43に、基準電位に対して正(+)の電圧を印加すると、透明電極パターン30との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進められるような作用を受ける。また、領域44及び45に、基準電位に対して負(-)の電圧を印加すると、同様に透明電極パターン30との間に電位差を生じ、その間

の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を遅らせるような作用を受ける。領域 41 には、基準電位（例えばこの場合は 0 V と考える）が印加される。

【0063】

液晶光学素子制御回路 63 は、受光器 62 からの光強度信号を利用して、記録媒体 4 の基板内に生じる波面収差（主としてコマ収差）を検出し、検出したコマ収差を相殺するように、コマ収差補正用の透明電極パターン 40 へ、配線 6（図 1 参照）によって電圧を印加する。

【0064】

図 7（b）に、X 軸上において各領域に印加される電圧 51 を示す。このような電圧が内側領域 18 の各領域 41～45 に印加されることによって、記録媒体 4 が光軸に対して傾くことによって発生するコマ収差 50 を打ち消すように働く。

【0065】

図 7（c）に、補正後のコマ収差 52 を示す。図 7（b）のコマ収差 50 が図 7（c）の補正後のコマ収差 52 となり、液晶光学素子 70 を用いることで、記録媒体 4 の基板内に発生するコマ収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

【0066】

図 8（a）に、図 1 及び 2 に示された液晶光学素子 70 におけるコマ収差補正用の透明電極パターン 40 の他の例を示す。図 8（a）では、図 4（a）に示した球面収差補正用の電極パターン 30 に合わせて、液晶光学素子 70 に入射される光ビームの有効径 10 から内側 300 μm の内側領域 18 に、位相を進ませるための 2 つの領域 42 及び 43、及び位相を遅らせるための 2 つの領域 44 及び 45 を設けた。また、図中 41 は、基準電位を印加するための領域である。

【0067】

領域 42 及び 43 に、基準電位に対して正（+）の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン 30 との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を進

められるような作用を受ける。また、領域44及び45に、基準電位に対して負（一）の電圧を印加すると、対向する透明電極パターン30との間に電位差を生じ、その間の液晶の配向性が電位差に応じて変化する。したがって、この部分を通過する光ビームは、その位相を遅らせるような作用を受ける。領域41には、基準電位（例えばこの場合は0Vと考える）が印加される。

【0068】

液晶光学素子制御回路63は、受光器62からの光強度信号を利用して、記録媒体4の基板内に生じる波面収差（主としてコマ収差）を検出し、検出したコマ収差を相殺するように、コマ収差補正用の透明電極パターン40へ、配線6（図1参照）によって電圧を印加する。

【0069】

図8（b）に、X軸上において各領域に印加される電圧53を示す。このような電圧が対向透明電極パターン40の各領域41～45に印加されることによって、記録媒体4が光軸に対して傾くことによって発生するコマ収差50を打ち消すように働く。図8（c）に、補正後のコマ収差54を示す。図8（b）のコマ収差50が図8（c）の補正後の波面収差54となり、記録媒体4の基板内に発生するコマ収差が抑制されるように補正されていることが理解される。

【0070】

なお、コマ収差補正用の透明電極パターン40に関しても、球面収差補正用の透明電極パターン30と同様に、有効径から $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域と位相を遅らせる領域が設けられている場合に、トラッキングによる軸ズレが生じて、良好なコマ収差補正を行うことが可能となる場合がある。なお、有効径から $50\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域と位相を遅らせる領域を設けた例は図7（a）に相当し、有効径から $300\mu\text{m}$ の内側領域にのみ位相を進ませる複数の領域と位相を遅らせる領域を設けた例が図8（a）に相当する。

【0071】

このように、液晶光学素子70に図3（a）又は図4（a）に示される球面収差補正用の透明電極パターン30及び図7（a）又は図4（a）に示されるコマ

収差補正用の透明電極パターン 4 0 を設けることによって、次世代の高密度 D V D 等の記録媒体 4 の読取り又は書込み時に生じる球面収差及び波面収差（主としてコマ収差）を補正することが可能となった。なお、球面収差補正用の透明電極パターン 3 0 及びコマ収差補正用の透明電極パターン 4 0 の内側領域の範囲は、一致させることが好ましい。また、液晶光学素子の透明基板に形成される球面収差補正用の透明電極パターン 3 0 及びコマ収差補正用の透明電極パターン 4 0 を入れ替えて設けても良い。

【 0 0 7 2 】

対物レンズ 3 と液晶光学素子 7 0 の光軸が正確に合わせて取り付けられた場合には、図 9 に示す様に内側領域 1 9 を設定することもできる。即ち、トラッキングの最大移動量（通常は $200 \sim 300 \mu\text{m}$ ）を考慮して、図中 X 軸方向についてだけ有効径から右左 $Z \mu\text{m}$ の内側領域 1 9 にのみ、位相を制御する領域を設け、図中 Y 軸方向については有効径のままとする。この様な構成にしても、球面及びコマ収差の補正を正確に行うことができる。なお、図 9（a）は球面収差補正用電極パターン 3 0 の例であり、図 9（b）はコマ収差補正用電極パターン 4 0 の例である。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 に、液晶光学素子 1 7 0 を用いた他の光学装置 2 0 0 を示す。図 1 0 において、図 1 と同様の構成には、同じ番号を付している。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 において、光源 1 0 1 から出射された光ビーム（ 650 nm ）は、コリメータレンズ 2 によって、有効径 1 0 を有するほぼ平行光に変換され、偏光ビームスプリッタ 6 0 を通過した後、液晶光学素子 1 7 0 に入射する。液晶光学素子 7 0 を通過した光ビームは、 $1/4$ 波長板 6 4 を通過して、対物レンズ 1 0 3（開口率 $\text{NA} = 0.65$ ）により記録媒体 1 0 4 に集光される。

【 0 0 7 5 】

「有効径」とは、光ビームに位置ずれや径の変化のないとした場合の、対物レンズ 3 で有効に利用される幾何光学設計上の液晶光学素子上での主光ビーム径を言う。本実施形態では、有効径 1 0（ ϕ ）は 3 mm に設定されている。

【0076】

記録媒体104から反射された光ビームは、再び対物レンズ103、1/4波長板64及び液晶光学素子170を経て、偏光ビームスプリッタ60により光路を変更されて、集光レンズ61を介して受光器62に集光される。光ビームは、記録媒体4により反射される際に、記録媒体104のトラック面上に記録されている情報（ピット）によって振幅変調され、受光器62により光強度信号として出力される。この光強度信号（光強度信号）から記録情報が読み出される。

【0077】

液晶光学素子170は、前述した図3（a）又は図4（a）に示されるような球面収差補正用の透明電極パターン30及び図7（a）又は図8（a）に示されるようなコマ収差補正用の透明電極パターン40を有している。

【0078】

記録媒体104は、DVDであり、直径12cm、厚さ1.2mmの円盤形状を有している。また、情報が記録される第1トラック面13（光の入射側）及び第2トラック面14を有しており、第1トラック面の上には、約0.6mmのポリカーボネイト等から構成される光透過保護層が設けられている。また、光源101として、650nmの赤色レーザを用い、対物レンズ103として開口率（NA）=0.65のレンズを用いて、2層により約9.5GBの容量を実現している。

【0079】

対物レンズ103には、トラッキング用のアクチュエータ5が取付けられており、図中の矢印Aの方向に対物レンズ103を移動することによって、対物レンズによって集光される光ビームが、記録媒体104のトラックに正確に追従するように構成されている。アクチュエータ5には、駆動のための配線8が取付けられており、液晶光学素子70には後述する透明電極パターンを駆動するための配線6が取付けられている。

【0080】

液晶光学素子制御回路163は、トラック切替え信号（不図示）に応じて、液晶光学素子170の球面収差補正用の透明電極パターン30に電圧を印加する。

球面収差補正用の透明電極パターン 30 に電圧が印加されていない場合、対物レンズ 103 は、第 1 トラック面 13 上の読取り又は書込みを行うのに適したようにビーム 11 を集光させているが、球面収差補正用の透明電極パターン 30 に電圧が印加されると、球面収差が補正されて、第 2 トラック面 14 上の読取り又は書込みを行うのに適したようにビーム 12 を集光させることとなる。

【0081】

さらに、液晶光学素子制御回路 163 は、受光器 62 からの光強度信号を利用して、記録媒体 4 の基板内に生じる波面収差（主としてコマ収差）を検出し、検出したコマ収差を相殺するように、コマ収差補正用の透明電極パターン 40 へ、配線 6（図 1 参照）によって電圧を印加する。

【0082】

このように、トラック切替え信号に応じて球面収差補正用の透明電極パターン 30 に電圧を印加することによって、記録媒体 4 内の複数のトラック面に対しても良好な読取り又は書込みを行うことが可能となった。さらに、前述したように、図 10 に示す光学装置 200 における液晶光学素子 170 では、所定の内側領域にのみ球面収差補正用の透明電極パターン 30 及びコマ収差補正用の透明電極パターン 40 が設けられているので、アクチュエータ 5 によるトラッキングに拘わらず、良好な球面収差及び波面収差の補正を行うことができる。

【0083】

【発明の効果】

このように、本発明に従った液晶光学素子及びそれを用いた光学装置では、トラッキングによって対物レンズが移動しても、良好に記録媒体の基板内に生じる球面収差を補正することが可能となった。

【0084】

また、本発明に従った液晶光学素子及びそれを用いた光学装置では、球面収差補正用の液晶光学素子に対物レンズと一体的に構成しなくても良いので、アクチュエータに負担をかけず、簡単な構成で良好な球面収差補正と良好なトラッキングを行うことが可能となった。

【0085】

さらに、液晶の一方の電極パターンを球面収差補正用とし、他方をコマ収差補正用とすることによって、前述した記録媒体の面倒れ及び液晶光学素子の軸ずれ問題を解消した上に、さらに次世代の高密度DVD等の記録媒体及び複数のトラック面を有するDVD等の記録媒体を取扱うことが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係わる液晶光学素子を有する光学装置を示す図である。

【図2】

本発明に係わる液晶光学素子の断面図の一例を示す図である。

【図3】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子の球面収差補正用の電極パターンの一例を示し、(b) は(a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正された球面収差の一例を示す図である。

【図4】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子の球面収差補正用の電極パターンの他の例を示し、(b) は(a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正された球面収差の一例を示す図である。

【図5】

従来の液晶光学素子の動作を説明するための図である。

【図6】

本発明に係わる液晶光学素子の動作を説明するための図である。

【図7】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子のコマ収差補正用の電極パターンの一例を示し、(b) は(a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正されたコマ収差の一例を示す図である。

【図8】

(a) は本発明に係わる液晶光学素子のコマ収差補正用の電極パターンの他の例を示し、(b) は(a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正されたコマ収差の一例を示す図である。

【図 9】

(a) は球面収差補正用の他の電極パターン例を示し、(b) はコマ収差補正用の他の電極パターン例を示す図である。

【図 10】

本発明に係わる液晶光学素子を有する他の光学装置を示す図である。

【図 11】

記録媒体の球面収差の発生を説明するための図である。

【図 12】

従来の球面収差補正用の液晶光学素子を有する光学装置の一例を示す図である。

。

【図 13】

(a) は従来の液晶光学素子の球面収差補正用の電極パターンの一例を示し、(b) は (a) に示す電極パターンに印加される電圧の一例を示し、(c) は補正された球面収差の一例を示す図である。

【図 14】

従来の球面収差補正用の液晶光学素子を有する光学装置の他の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1、101…半導体レーザ光源
- 2…コリメータレンズ
- 3、103…対物レンズ
- 4、104…記録媒体
- 5…アクチュエータ
- 10…有効径
- 18…内側領域
- 30…球面収差補正用の透明電極パターン
- 40…コマ収差補正様の透明電極パターン
- 70、170…液晶光学素子
- 61…集光レンズ

6 2 … 受光器

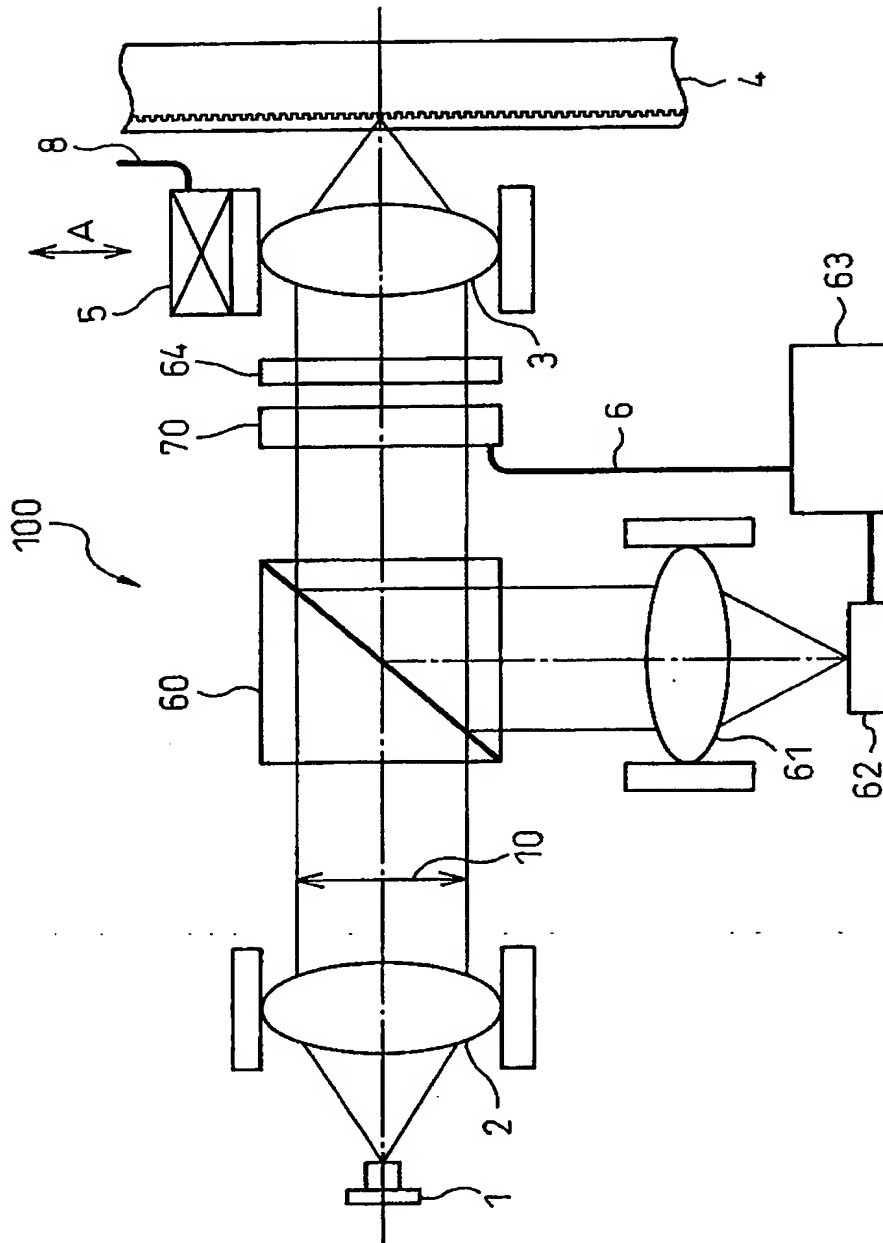
6 3、1 6 3 … 液晶光学素子制御回路

【書類名】

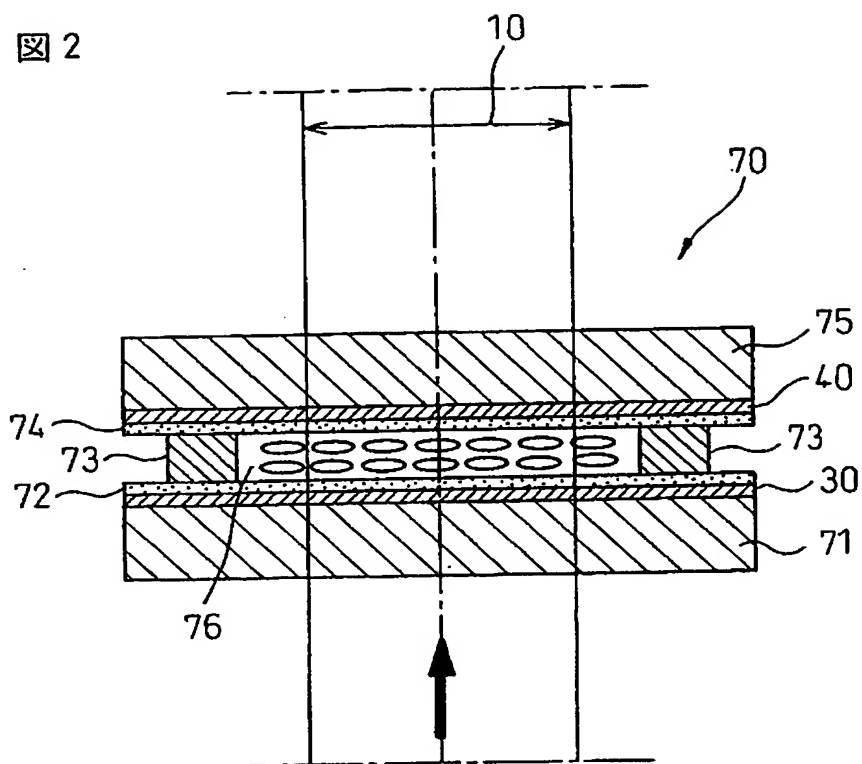
図面

【図 1】

図 1

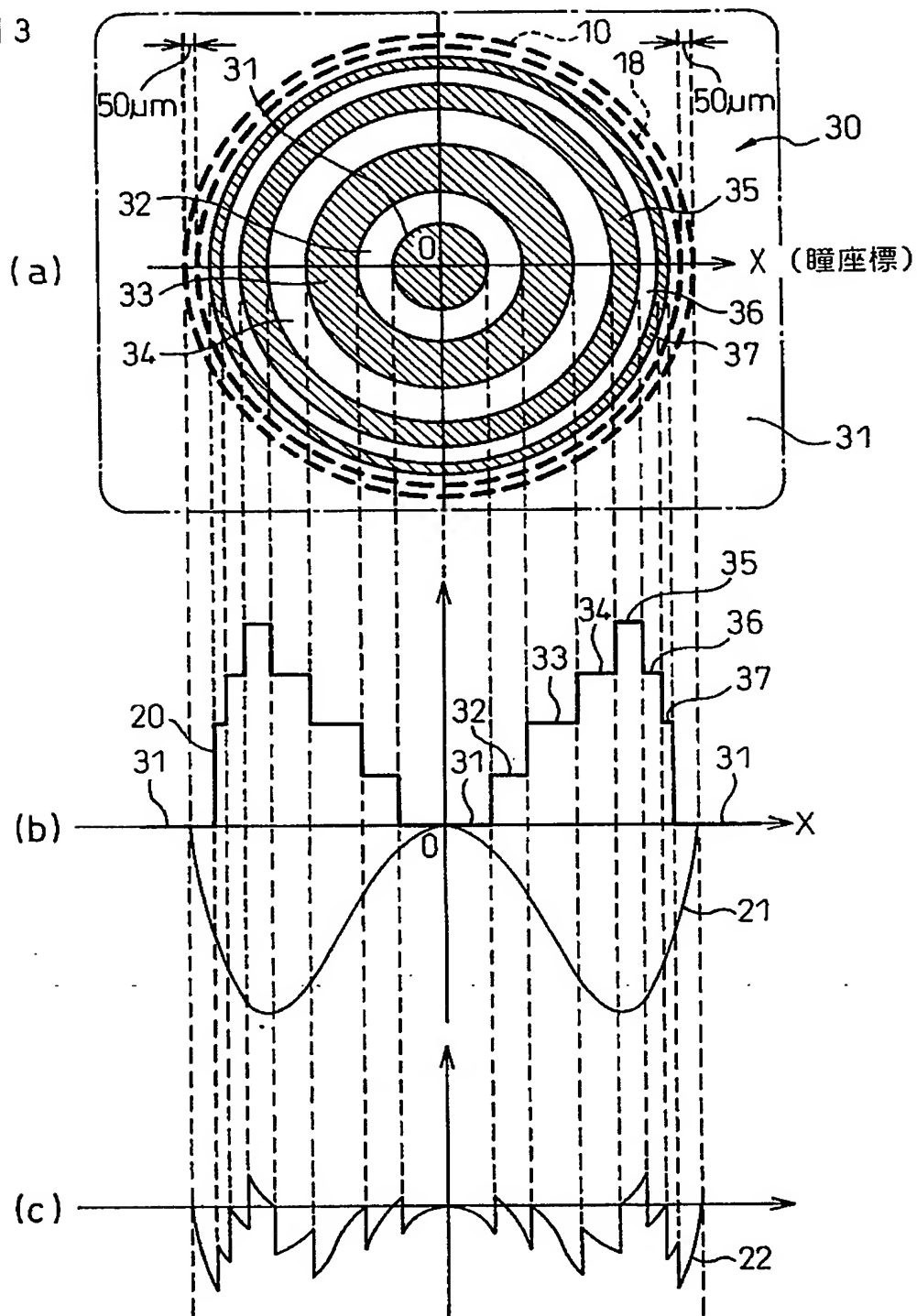


【図 2】

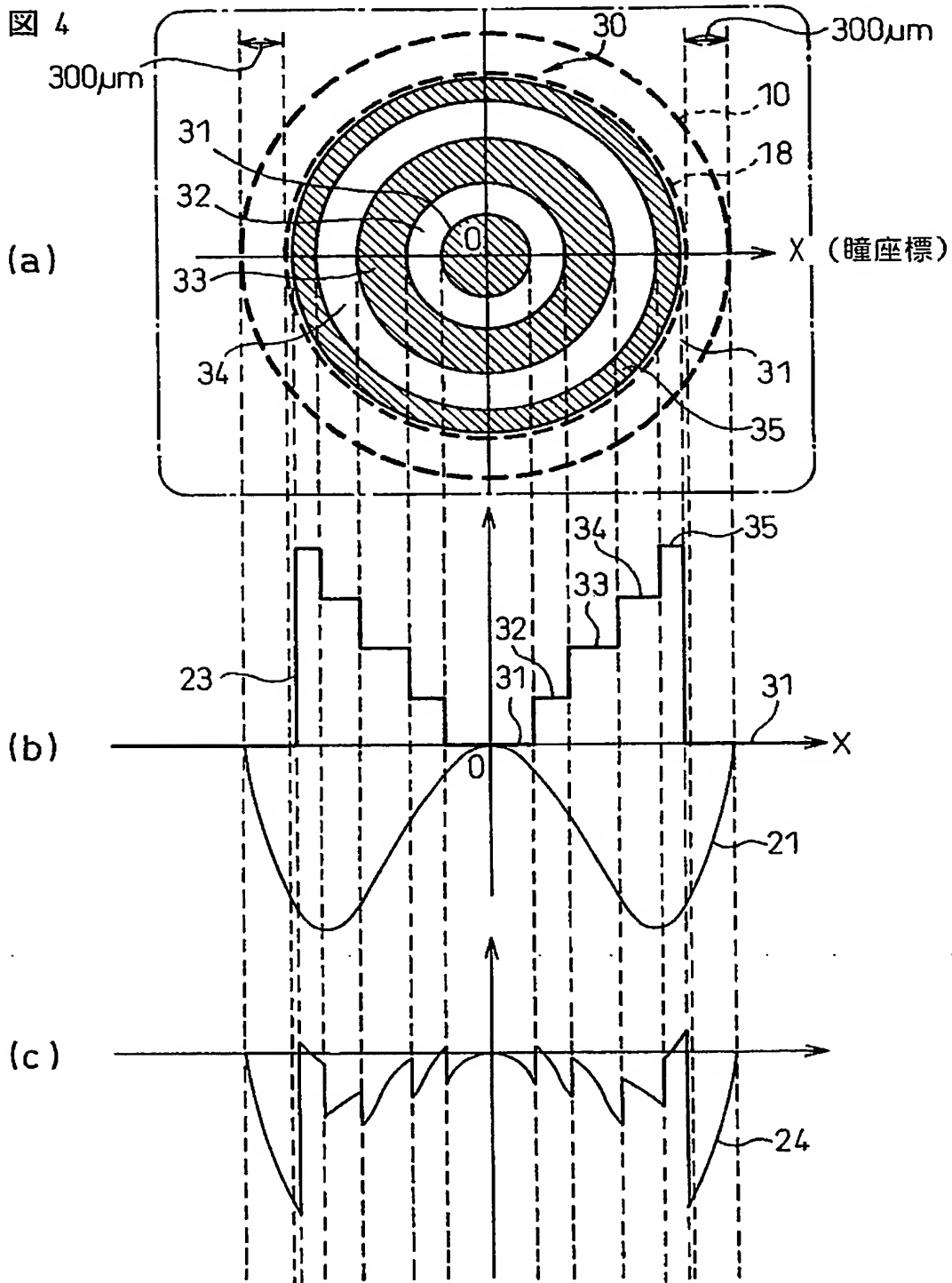


【図 3】

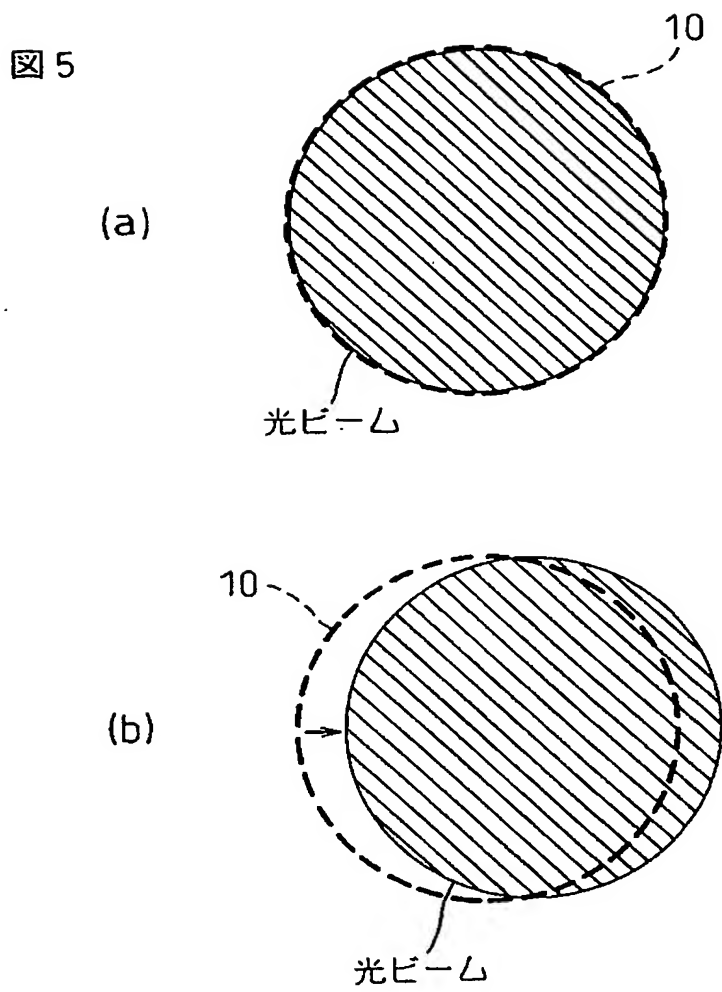
図 3



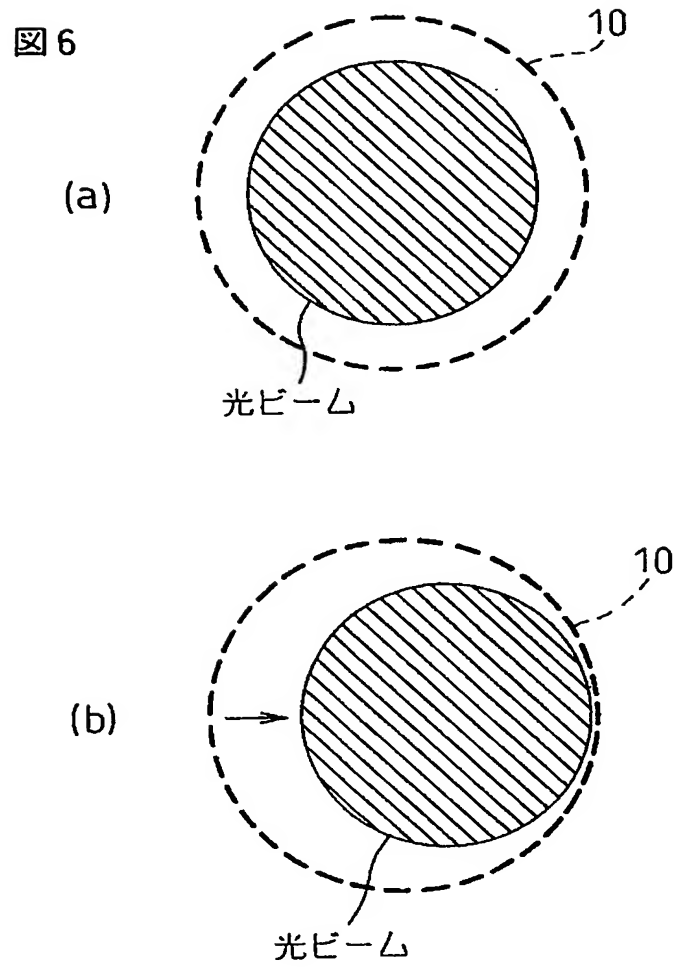
【図 4】



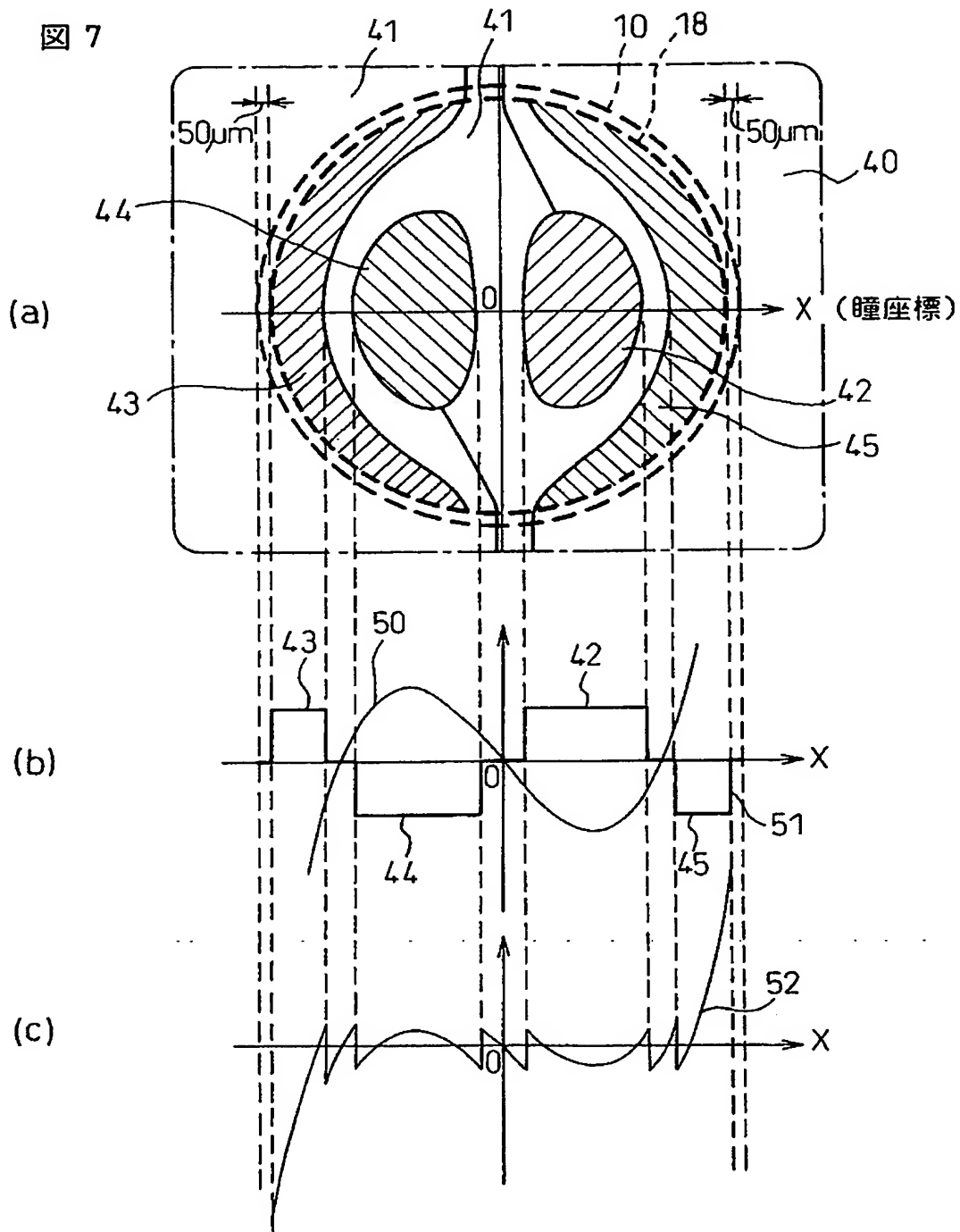
【図 5】



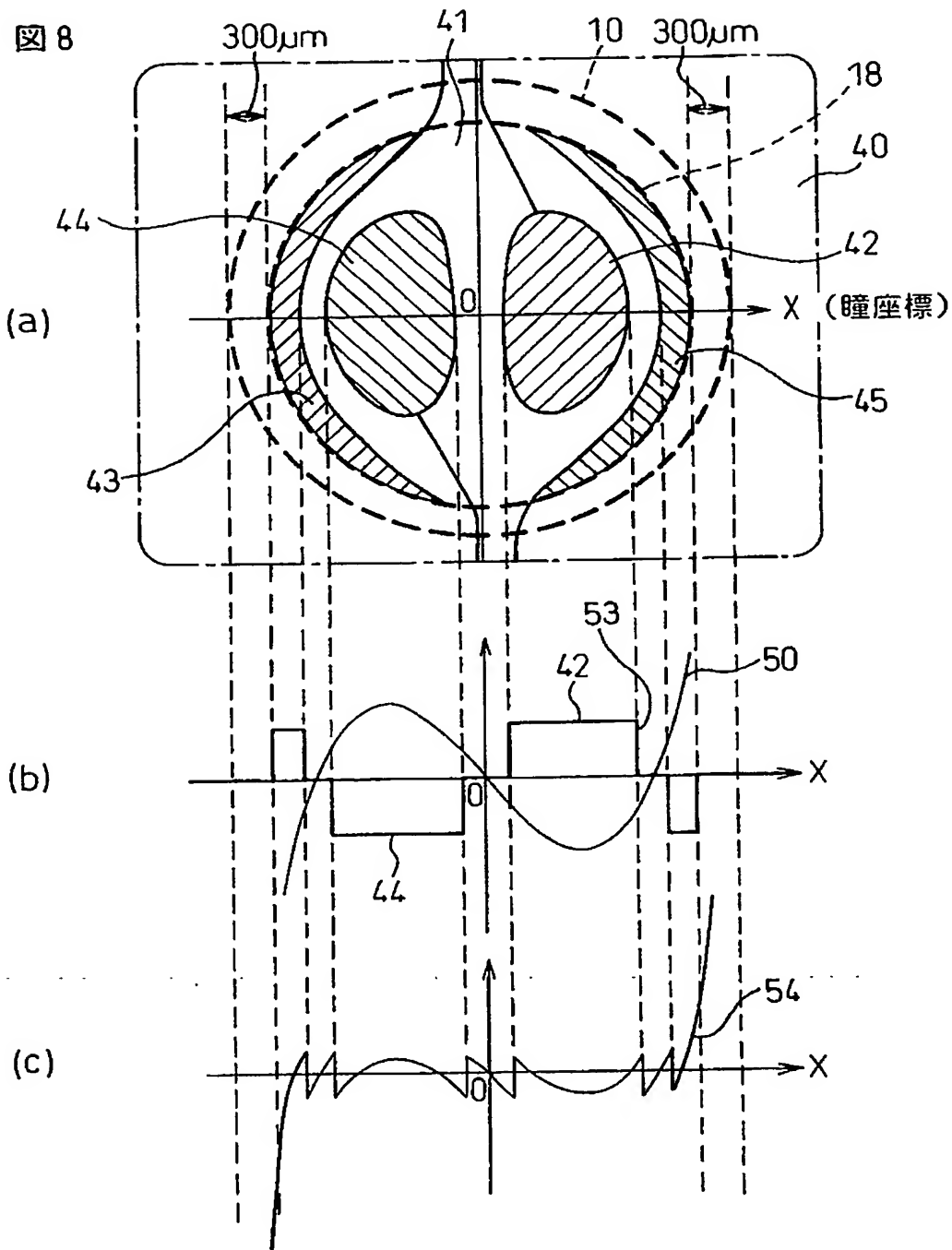
【図 6】



【図7】

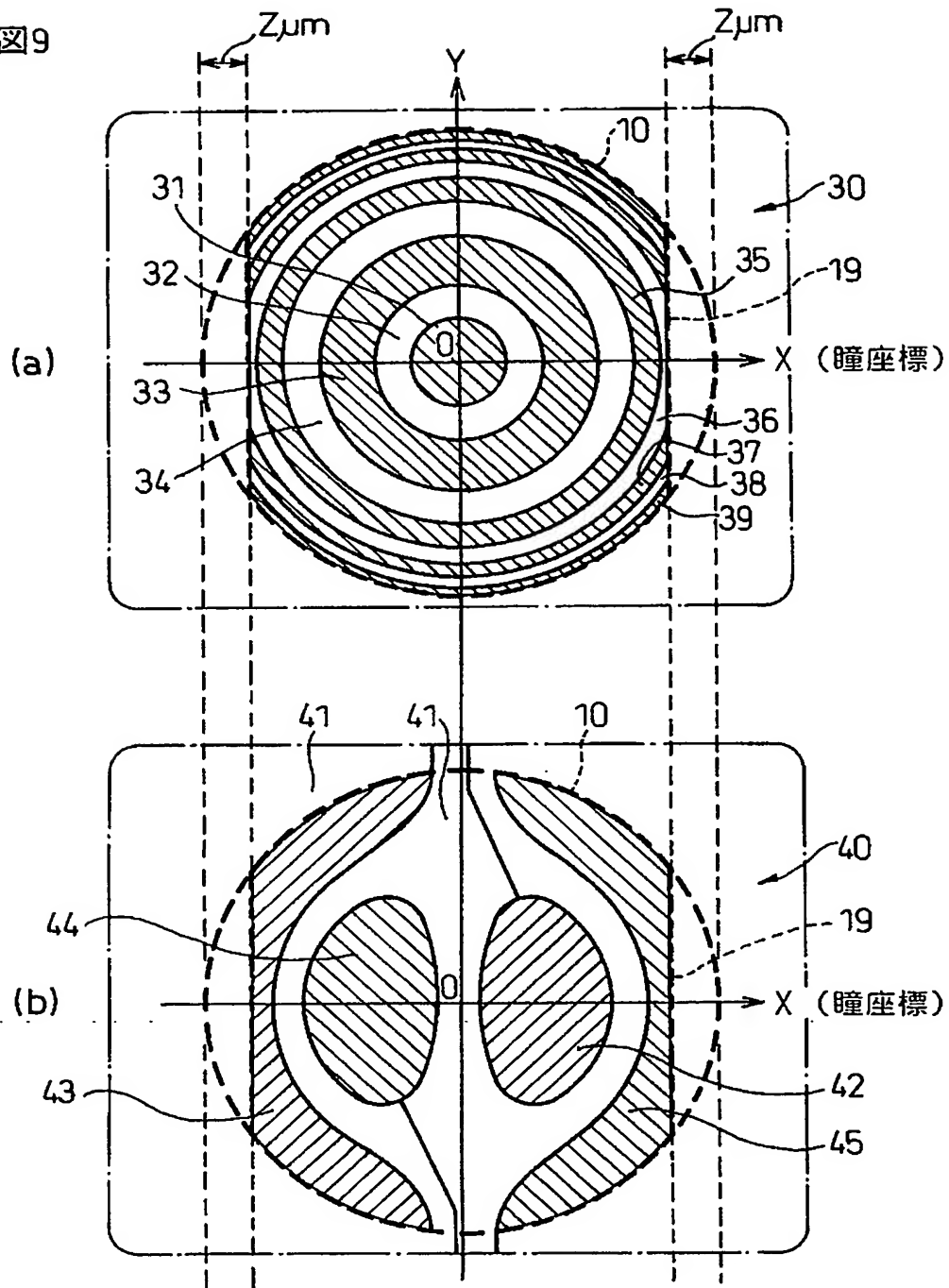


【図 8】



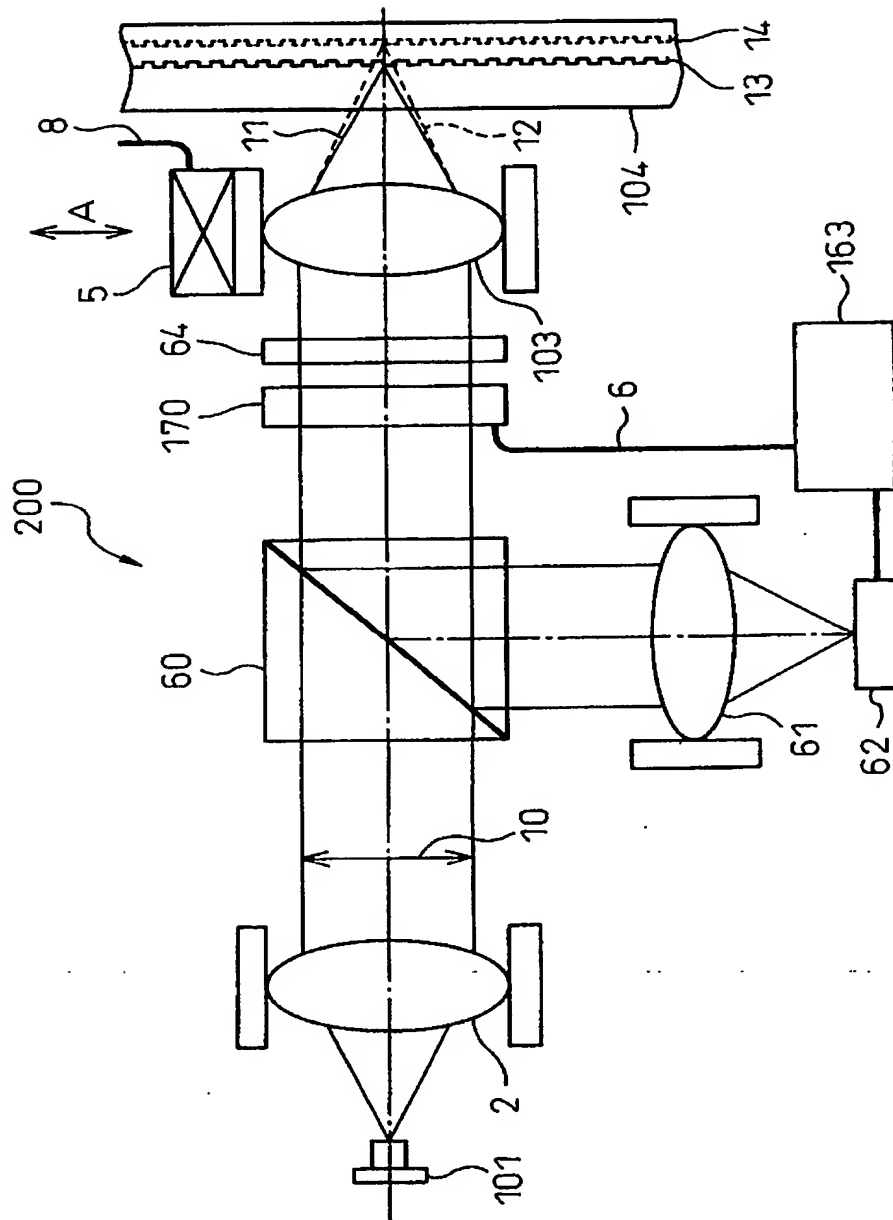
【図 9】

図 9



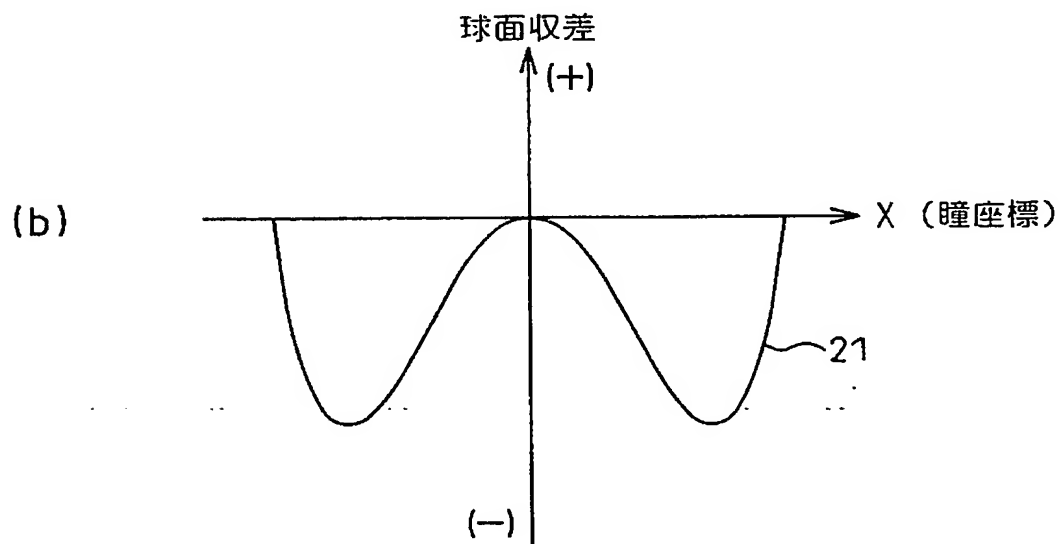
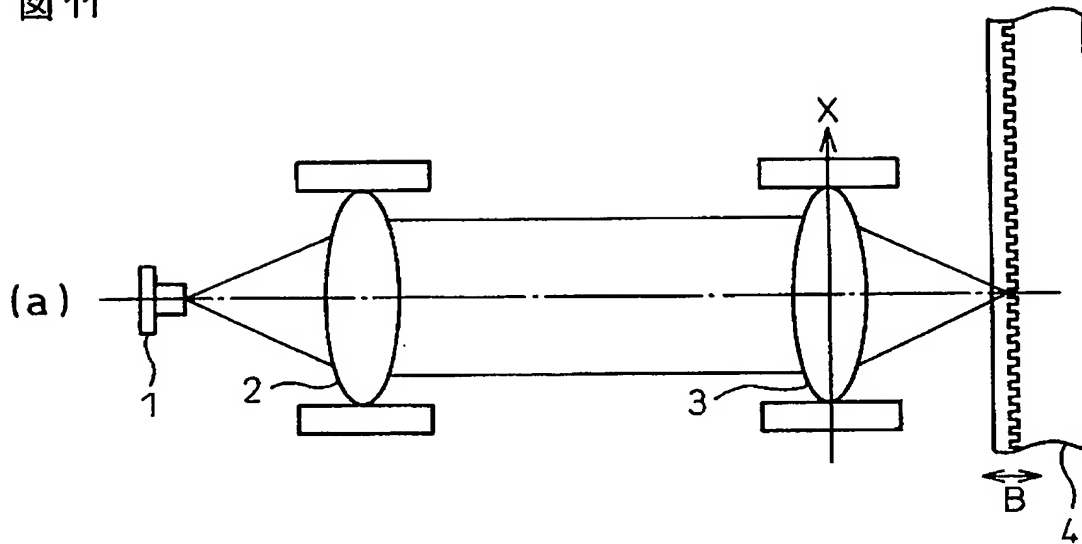
【図10】

図 10



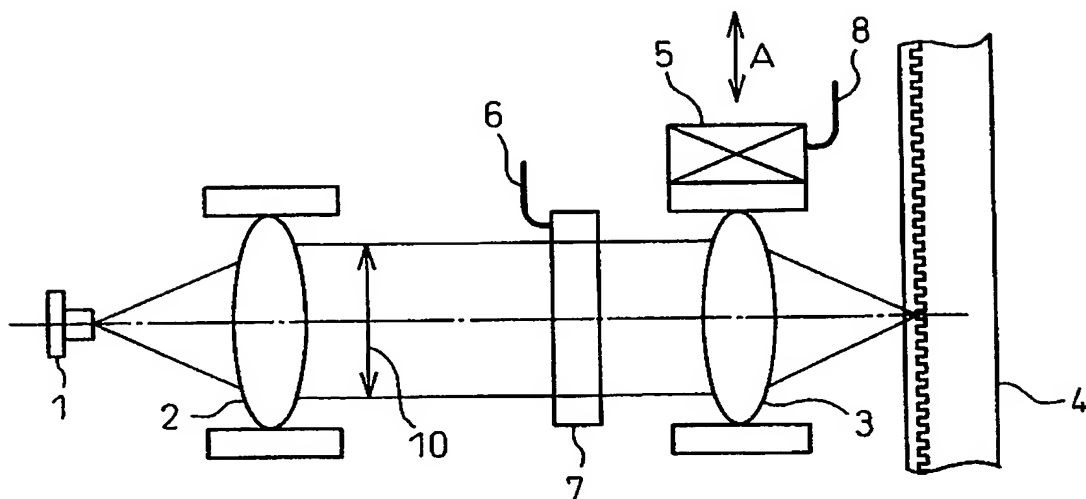
【図 11】

図 11

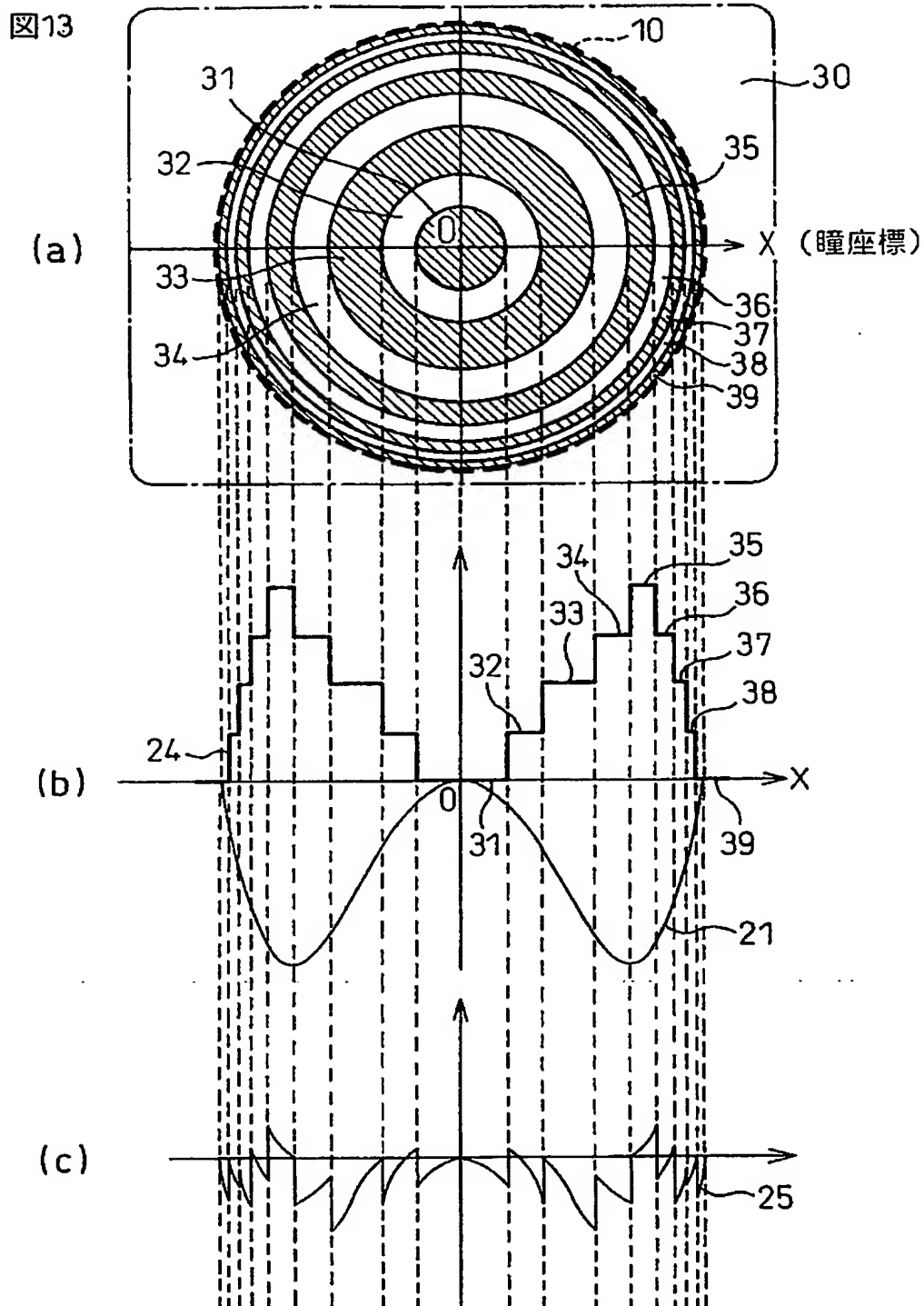


【図 12】

図 12

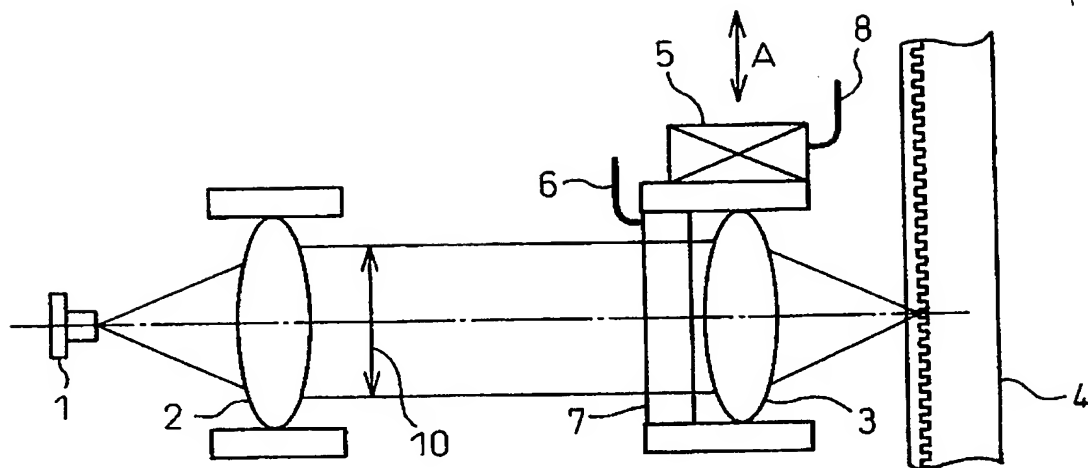


【図13】



【図14】

図14



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 トラッキングによる対物レンズの移動に拘わらず、良好に球面収差の補正を行うことができる液晶光学素子及びそのような液晶光学素子を用いた光学装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明に係る液晶光学素子は、第1又は第2の透明基板（71、75）の一方の表面上に形成された球面収差補正用の電極パターン（30）であって光ビームの位相を進ませるための又は位相を遅らせるための複数の領域（32～37）を有し、複数の領域が光ビームの有効径の第1内側領域（18）にのみ配置されていることを特徴とし、本発明に係る光学装置は、そのような液晶光学素子を有することを特徴とする。有効径の内側領域にのみに位相変調用の透明電極パターンを設けることによって、トラッキングによる対物レンズの移動に拘わらず、透明電極パターン内に光ビームを捕らえることができるので、良好な球面収差の補正が可能となった。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 1 1 4 4 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 9 6 0]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 3 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号

氏 名

シチズン時計株式会社

Box SHEET

International Bureau Data Capture System

Tracking Number: 519

tracked by: ghali

Date: Mar 31, 2004 9:40:57 AM